

УДК 681.3

К.М. Лавріщева

## КІБЕРНЕТИКА, ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ: АСПЕКТИ РОЗВИТКУ

Подается анализ развития базовых дисциплин Computer Science – кибернетика, информатика, компьютерная системная и программная инженерия. Дано визначення цих дисциплін, їхній зміст і склад. Проаналізовано розвиток кожної з дисциплін, зв'язки між ними і вплив кожної на іншу. Досліджено міжнародну програму навчання цим дисциплінам, яку рекомендовано для застосування у вищих навчальних закладах з інформатикою. В ній програмна інженерія займає центральне місце, вона збагачує усі дисципліни новими засобами і сама удосконалюється у напрямку індустріалізації програмних і прикладних систем різного призначення.

### Вступ

Довгий час домінувала наука кібернетика, як основне джерело комп'ютерних систем, теорія побудови обчислюваних машин і програмного забезпечення для них. Закордоном сформувалася нова дисципліна – Computer Science, до складу якої увійшли такі інженерні дисципліни: комп'ютерна інженерія, системна інженерія, програмна інженерія. Головне їх призначення – дати теоретичний і прикладний апарат для індустріального створення великих і малих комп'ютерів та відповідного програмного забезпечення. У зв'язку з поширеним використанням цих машин у багатьох сферах життя і подальшим розвитком технологій обробки різноманітної інформації великого обсягу засобами комп'ютерів з'явилися нові науково-технічні напрями – інформаційні технології і системи. Аналізу всіх названих дисциплін, їхньому загально встановленому і специфічному тлумаченню різними авторами, а також опису їхнього сучасного стану і аспектам розвитку присвячено цю роботу.

### Кібернетика

Термін кібернетика (від лат. – мистецтво керувати) вперше пролунав у А.М. Ампера (1834 р.) і визначав науку про керування людським суспільством. Потім цей термін ввів Н. Вінер (1948 р.),  
© К.М. Лавріщева, 2010

визначив кібернетику, як науку про керування і зв'язки у тваринах і машинах, пізніше і в суспільстві (1954 р.) [1]. У його працях були подані міркування щодо результатів проведених досліджень з випадкових процесів і фізіології нервової системи.

**Кібернетика** – це наука про керування. Базована на загальних законах отримання, збереження, передачі і перетворення інформації у складних (технічних, біологічних, соціальних, адміністративних, живих істотах тощо) системах управління [2]. Величезний вклад у становлення і розвиток кібернетики у СРСР належить академіку В.М. Глушкову [3–6], який створив теорію цифрових автоматів, дискретних перетворювачів, загальну теорію обчислювальних машин і систем з організаційним керуванням ними і з застосуванням комп'ютерів, програмних систем. Уперше він запропонував концепцію конвеєрного виробництва різних систем із готових технічних і програмних ресурсів [7].

Під керівництвом В.М. Глушкова колективом *Інституту кібернетики* (з 1962 р.) побудовані нові оригінальні за структурою обчислювальні машини: “Промінь”, “Урал”, “Київ”, “Дніпро”, “Дніпро-2”, “Нева” та супер ЕОМ ЕС 2701 і ЕС 1766 (макроконвеєрні системи). Ідея структурної реалізації мови високого рівня “Аналітик” втілено в серію машин “Мир”

(1971–1985 pp.) [8], що виконували математичні й аналітичні обчислювання та перетворення даних, були прообразом персональних комп'ютерів (1981 р.).

Головна задача кібернетики – підвищення ефективності діяльності людини у всіх випадках, коли здійснюється управління, автоматизація якого видозмінює їх діяльність у напрямку кращого керування на кібернетичній і комп'ютерній основі. Прикладом реалізації ідеї кібернетичного управління є проект державної системи центрів обчислювання СРСР (так званого ОГАС), згідно з яким обчислювальні центри зможуть об'єднатися в інформаційні мережі, як базис державних і республіканських систем планування, аудиту і керування багатогалузевим господарством усього СРСР. Усі центри мають обмінюватися між собою інформацією про стан окремих напрямів економіки держави, яку застосовують для прийняття рішень про потужності тієї чи іншої галузі, використанні ними ресурси, а також про продуктивність, собівартість виготовленої продукції та її якість. Першими системами стали АСУ, розроблені на Ленінградському оптико-механічному об'єднанні та Львівському телевізійному заводі, які привели до значного підвищення продуктивності і ритмічності циклів виробництва відповідної продукції у декілька разів.

У рамках цієї науки отримані теоретичні і прикладні результати, визначені загальні закономірності керування обчислювальними машинами і системами, які базовані на методологіях аналізу й синтезу, теорії програмування і обчислень, а також на методах штучного інтелекту (дедукції, прийняття рішень тощо), як інструментів розпізнавання машиною різних об'єктів виробництва. Між різними напрямками кібернетики склалися зв'язки, як це існує між математичними і фізичними науками.

Наука кібернетики ініціювала створення нових напрямів – комп'ютерна наука, інформатика, інженерія комп'ютерних, програмних та інформаційних систем.

## **Комп'ютерна наука**

**Computer science** (CS –

комп'ютерна наука) – наука про комп'ютери різного призначення (загального, спеціального, проблемного та іншого), теорію їх побудови, керування комп'ютерними системами обробки інформації, методи проектування Hardware та Software цих систем. CS поєднує наукові дисципліни, а саме, теорію дискретних систем, алгоритмів, автоматів, моделювання, керування, математику, логіку тощо. У ній в порівнянні з кібернетикою, важливе місце займають: нова теорія мікросхем різних устаткувань в межах Electronic Engineering – EE; теорія комп'ютерної інженерії (Computer Engineering – CE) та програмної інженерії (Software Engineering – SE). З урахуванням цих теорій і практичних застосувань комп'ютерних систем з'явилися інформаційні системи (IC) обробки великих обсягів інформації, технології інформаційної підтримки потоків даних та їх оброблення на сучасних комп'ютерах [9, 10]. Їх поява (1960 р.) ініційована також потребами бізнесу (наприклад, системи бухгалтерського обліку, заробітної плати, складського аудиту тощо). IC та інформаційні технології (IT) наприкінці 1990 pp. стали складовою частиною CS чи комп'ютерної науки, як засоби підтримки продуктивності і ефективності організацій, працюючих за комп'ютерними системами й інформаційними магістральними потоками.

Зв'язки між усіма дисциплінами CS і дисциплін, що відповідають цілям організацій показані на рис. 1.

Основа комп'ютерної науки – теорія побудови Hardware комп'ютерів (фреймворки, кластери, мікро і мікрокомп'ютери тощо), Software програмного забезпечення (ОС, перетворювачі форматів даних тощо), а також комп'ютерних прикладних систем, що автоматизують різні галузі науки (обчислювальної математики, математичної фізики, біології, медицини), підприємства (АСУ, АСУТП, СОД тощо), інформаційних систем і інтелектуальних (штучного інтелекту) систем [1–4].

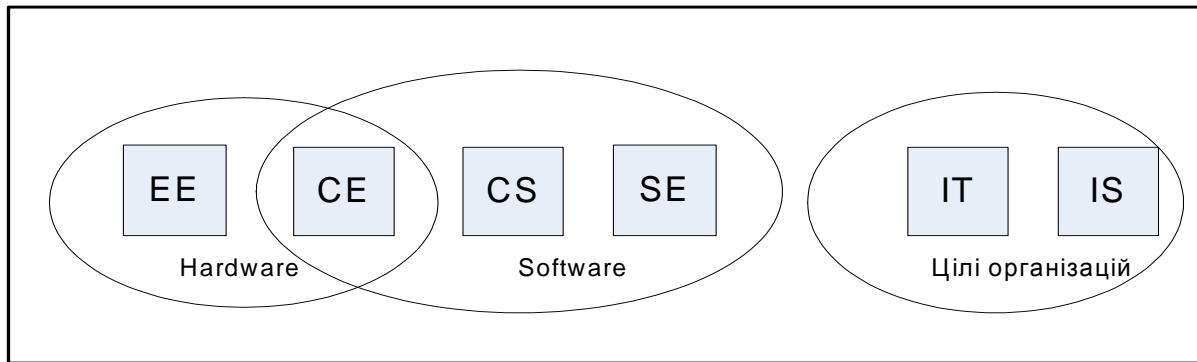


Рис. 1. Структура зв'язків дисциплін CS

Відповідно до [1, 2, 8] комп'ютерна наука є теорія побудови цифрових комп'ютерів (Digital computer) для підтримки інформаційних процесів і систем обробки інформації та комп'ютерних систем (Computer systems) для обчислення різних класів задач за допомогою сучасних комп'ютерів.

Головні напрями CS відображені у відповідній робочій програмі підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавра (постанова Кабінету Міністрів України від 27 січня 2007 р. за № 58) Міністерства науки України за такими галузями знань, як інформатика, обчислювальна математика, автоматизовані та управлінські системи:

- комп'ютерна наука, як спеціальність призначена для підготовки спеціалістів з експлуатації систем обробки інформації та прийняття рішень (500406);
- комп'ютерна інженерія, як спеціальність призначена для підготовки спеціалістів обслуговування комп'ютерів та інтелектуальних мереж (500404);
- системна інженерія, як спеціальність призначена для підготовки спеціалістів обслуговування систем управління і автоматики (5091404);
- програмна інженерія, як спеціальність призначена для підготовки спеціалістів розробників ЕОТ і автоматизованих систем (5091405).

Далі пропонується структура комп'ютерної науки (рис. 2) і дається характеристика її дисциплін, основний зміст і особливості кожної з них.

**Комп'ютерна інженерія** – це дисципліна з теорії і принципів побудови

комп'ютерів (frameworks, мікросхем, мікропроцесів, кластерів, суперкомп'ютерів тощо), системного забезпечення (ОС, трансляторів, компіляторів тощо), інформаційних процесів систем та зв'язків між її об'єктами. Вона пов'язана з оптимізацією наборів операцій для обчислювальних моделей комп'ютерів і механізмів їх контролю при побудові Hardware та Software. Ця інженерія базується на дослідженнях і розробках принципів, теорії і методів побудови концептуальних фреймворків з використанням математики і логіки, а також на теорії складності, аналізу систем, теорії автоматів, комп'ютерної генетики, лінгвістики та інші. Принципи побудови Software включають загальні можливості і властивості ОС, СКБД, транслятори, інтерпретатори тощо. Комп'ютерні архітектури включають: процесорні, багатопроцесорні (Pentium, Intel, Скит2 тощо), рекурсивні процесори, різні формати даних і відповідні їх перетворювачі, а також інтеграцію пристроїв, блоків, карт, кабелів тощо. Основа теорії цього напрямку – теорія автоматів, алгоритмів, машини Тюрінга, Неймана тощо.

**Системна інженерія** – це теорія, методи та принципи побудови систем обробки інформації, інформаційних систем та автоматизованого керування ними, які базуються на структурах комп'ютерних систем (Computer Systems), принципах їхнього застосування, методах керування та обробки різних класів задач з теоретичним обґрунтуванням їхніх властивостей і обмежень щодо обсягу оброблення інформації.

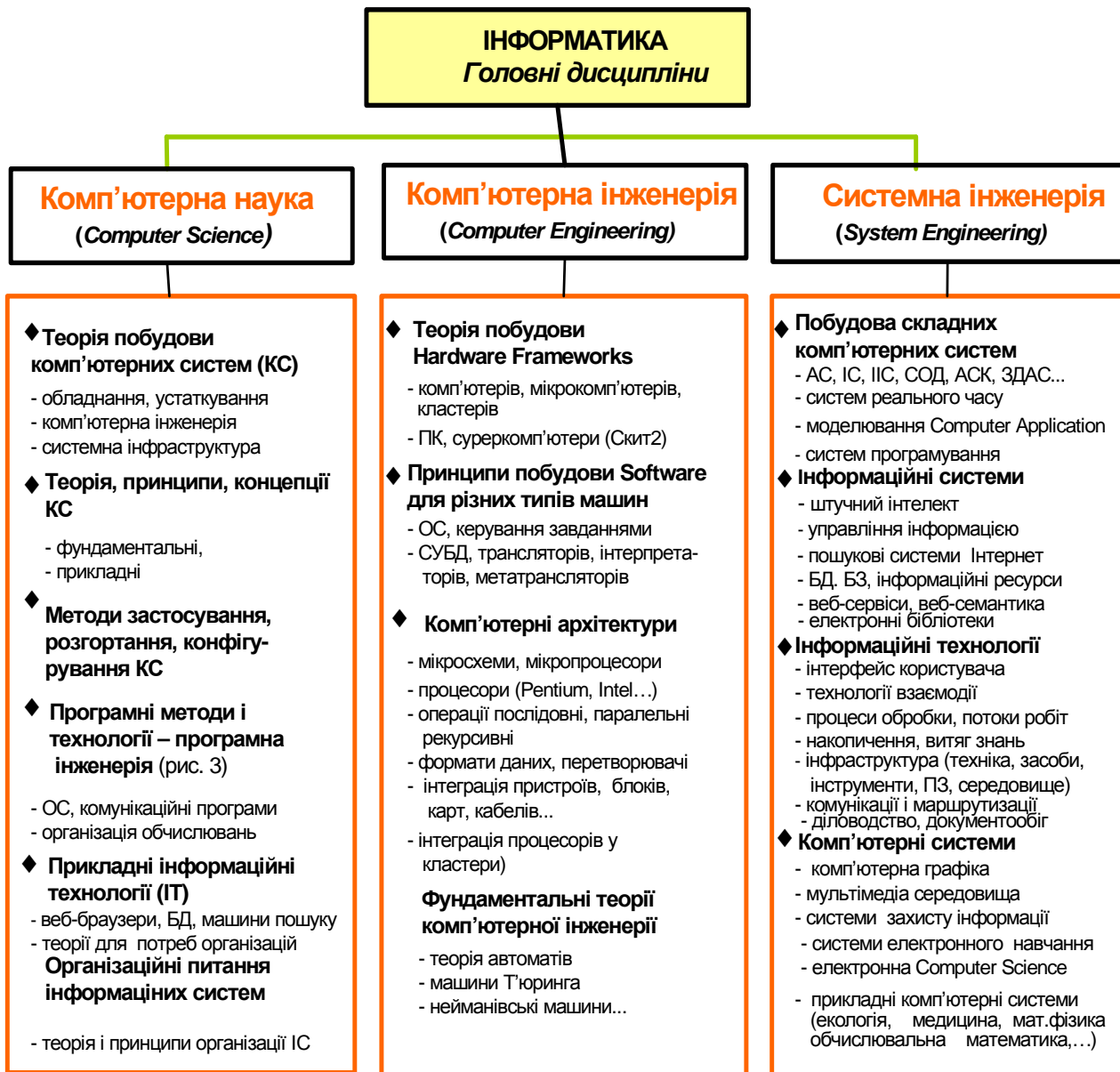


Рис. 2. Склад дисциплін інформатики

Теорія про архітектуру, процеси і пам'ять комп'ютерів – базис для моделювання різних типів систем обробки інформації, комп'ютерних застосувань (Computer Applications) та нових засобів управління інформаційними системами. Міст між комп'ютерною наукою і різними комп'ютерними застосуваннями – це специфікації архітектури комп'ютерів і систем, програмне забезпечення (ОС, БД, СКБД, транслятори й ін.) забезпечують різні процедури і дії інформаційних процесів. До засобів їх теоретичної підтримки належать логіка, математика, електронна і

програмна інженерія, а також інтелектуальні дисципліни (комбінаторика, графіка, штучний інтелект тощо). У нових комплексних комп'ютерних й інформаційних технологіях знайшли відображення нові методи в економічній, фінансовій, банківській діяльності, а також різні сфери суспільного життя. Нові комп'ютери і їх складні сукупності, кластери слугують поліпшенню і спрощенню процесів розв'язання важливих і складних задач у системах обробки інформації.

**Програмна інженерія** – це наука побудови якісних комп'ютерних програмних

систем за конвеєрним способом виробництва із застосуванням накопичених готових ресурсів та інженерних методів їх збирання на технологічних лініях. Особливістю виробництва нових систем є аналіз предметної області, опис вимог та її специфіки мовою DSL (Domain Specific Language), завдання за цією специфікою сукупності моделей: MDA (Model Driven Architecture), GDM (Generative Domain Model), PIM (Platform Independent Model), PSM (Platform Specific Model) [11]. Ці моделі трансформуються в інші проміжні або кінцеві мовні моделі чи за вихідним кодом для подальшого їх адаптованого виконання для різних платформ комп'ютерів і середовищ. На усіх підпроцесах поступового вироблення програмного продукту виконується оцінка проміжних результатів та кінцевого продукту на якість. Основа цієї науки – теорія алгоритмів і програмування, теорія обчислень і розподіленої обробки, теорія обчислювальних мереж, технології управління і організації діяльності колективу розробників цього продукту.

Масове виробництво програмних продуктів в організаціях-розробниках базується на менеджменті програмних проєктів (планування робіт, регулювання ресурсів, контроль), вимірюванні результатів процесів життєвого циклу (ЖЦ), оцінюванні ризику і досягнення необхідної якості. Ці методи адекватні діючим різним методам програмування (структурне, об'єктне, компонентне, аспектно, сервісне тощо), що використовуються в процесах (наприклад, стандарти ISO/IEC 12207 – ЖЦ, ДСТУ 9126 – якість програмного продукту (ПП) тощо). Стандарти регламентують усі види діяльності, починаючи з аналізу вимог, розроблення моделей, тестування і оцінки якості за методами експертизи різних складових об'єктів і показників процесів ЖЦ та характеристик якості готового продукту.

## Інформатика

Термін інформатика визначає науку, що вивчає структуру і загальні властивості інформації, закономірності інформаційних процесів обміну цією інформацією

та їх комунікацій. Ці процеси підтримують науково-інформаційну діяльність виконавців з переробки, збереження, пошуку і розповсюдження наукової, фінансової, економічної та іншої інформації [2, 12, 13].

**Інформатика** досліджує внутрішні механізми реформування документів на природних мовах. Її розглядають, як один з розділів кібернетики, в яку входить автоматизація інформаційної служби, побудови інформаційно-пошукових та інформаційно-логічних систем. Вирішення проблем оптимізації систем наукових комунікацій, структура наукових документів виходить за межі інформатики. Теоретичним фундаментом інформатики є семіотика, її підрозділяють на прагматику, семантику та синтаксис. Прагматика – це аналіз інформаційної діяльності та створення інформаційно-пошукових систем з індексуванням за логіко-математичною теорією. Синтаксис забезпечує мовами ці систем та методами перебудови структур текстів. Методи семантики пов'язані з формалізацією і автоматизацією таких дій: індексування, реферування та машинний переклад.

Теорія математичної інформації забезпечує оптимальне кодування семантичної інформації, її збереження та передачу каналами комунікацій. Побудову комп'ютерних, інформаційних та інтелектуальних систем виконують за методами кібернетики, системного аналізу, формалізації інформації у базах даних, знань і доступу до них мережними засобами для виконання різного роду обчислень або технології пошуку необхідної для користувача інформації із Інтернету.

Тобто, інформатику розглядають як комплексну наукову дисципліну, до складу якої входять теорія проєктування і функціонування складних комп'ютерних систем у сучасних середовищах, інформаційних і інтелектуальних систем (баз знань і даних) та технологій [12]. Їх базис створюють стандартизовані інформаційні процеси, теорія баз даних і знань, засоби мережного обслуговування та Інтернет ресурси, зокрема e-sciences.

**Інформаційні системи** призначені для задоволення потреб сучасного бізнесу

в інформатиці і підприємницькій діяльності з застосуванням різних видів інформації. Їх розвиток (починаючи з 60-х років) пов'язаний з такими системами, як системи бухгалтерського обліку, розрахунку заробітної плати, складського обліку тощо. З 1990-х років поява персональних комп'ютерів зробила їх невід'ємною частиною робочого середовища організацій з керування всілякою інформацією (накопичення, доступ, пошук тощо), забезпечення продуктивності та ефективності організацій з інформаційними потребами.

**Інформаційні технології** протягом 1990-х років стали базисом комп'ютерної інфраструктури в корпораціях та інших організаціях з вирішення різних задач, пов'язаних з обробкою різноманітної інформації. Університети та коледжі розробили програми здобуття наукових ступенів з інформаційних технологій для себе та оснащення інформаційних організацій висококваліфікованими ІТ-спеціалістами. В результаті структура дисциплін в інформатиці була змінена. Багато промислових товариств в галузі інформаційних технологій виділяли неймовірні ресурси на подолання різних чинників, включаючи інтенсивне зростання Всесвітньої павутини, проблеми 2000-го року, введення єро тощо.

Уперше термін інформатика почав використовуватися у 1970 р. в АН СРСР у зв'язку з розвитком штучного інтелекту, орієнтованого на моделювання діяльності людини. Поява інформатики у середовищі кібернетики відмічено збірником статей [12]: Є.П. Велихов ("Информатика – актуальное направление советской науки"), А.О. Дородничина ("Информатика. Предмет и задачи"), В.С. Михалевича, Ю.М. Канигина, В.І. Гриценка ("Информатика – новая область науки и практики"), Г.І. Поспелова ("Искусственный интеллект – новая информационная технология") та інші.

Уперше навчання предмета інформатики почалося в Сибірському відділенні АН СРСР з ініціативи академіка А.П. Єршова.

## **Підхід світового співтовариства до навчання інформатики на цей час**

Міжнародною спец комісією в складі 12 фахівців і викладачів базових університетів США, Європи, Канади і Австралії при АСМ і IEEE у 2005 р. розроблено і обґрунтовано програму навчання з інформатики [14] у закордонних університетах за напрямом "інформатика", яку враховано у робочій програмі її навчання Міністерством науки України. У тексті програми цієї комісії сформульовано і графічно показано проблемний простір інформатики і кожної з її дисциплін:

- комп'ютерна наука, як теорія, принципи і концепції розроблення комп'ютерного обладнання і архітектури, системної інфраструктури, програмних методів і технологій, прикладних технологій та організаційних питань з інформаційних систем;

- комп'ютерна інженерія, як теорія і принципи проектування і впровадження комп'ютерів з апаратним і програмним забезпеченням;

- інформаційні системи, як теорія і принципи CS з застосування і розроблення різних конфігурацій систем оброблення інформації в різних організаціях і підприємствах;

- інформаційні технології, як теорія і практика концептуального розроблення цифрових, прикладних і організаційних технологій з використанням Веб у сучасних організаціях з різними інформаційними цілями та напрямками;

- програмна інженерія, як теорія та концепції програмування, інженерії якості і керування проектами реалізації різних систематичних моделей і методів з виготовлення програмних комп'ютерних систем, зокрема й інформаційних, що відповідають змісту потребам різних організацій-замовників.

У цій роботі дано також огляд стану розвитку інформатики та її дисциплін у передових державах (США, країн Європи, Канада, Австралія, СРСР). Насамперед, показано розвиток терміну інформатики,



починаючи з 60-х років, коли її пов'язували з трьома дисциплінами: комп'ютерними науками, електротехнікою та інформаційними системами. До 90-х років минулого століття значного розвитку досягла комп'ютерна інженерія, що вийшла з науки електротехніки у зв'язку з появою мікропроцесорів (70-і роки). Вона стала самостійною дисципліною і протягом десятків років була популярною спеціальністю в США, Європі і СРСР.

Одночасно до академічних дисциплін увійшла комп'ютерна наука, яка домінує з 70-х років. Була розроблена її теорія і практика, відповідно різко підвищився попит на цю спеціальність у десятки разів більше, ніж на комп'ютерну інженерію. З цієї науки виділилася програмна інженерія, як сукупність знань про ретельні інженерні методи проектування комп'ютерних програмних систем з готових ресурсів з досягненням надійності, якості кінцевого програмного продукту та працездатності. Вона охоплює людські процеси, які важче піддаються формалізації, ніж логічні абстракції комп'ютерних наук. Програмна інженерія адекватна різним методам розроблення ІС для задоволення потреб бізнесу і, починаючи з 1960-х років, їх реалізує комп'ютерними засобами, накопиченими в інформатиці.

Отримала значного розвитку проб-

лема керування інформацією у бізнес-процесах, які стали складними, великими за розміром і за важливістю. Значну роль у цьому відіграє інфраструктура організації, в якій вирішуються різні завдання з обслуговування деяких видів інформаційного і технологічного змісту. В результаті з'явилися інформаційні системи і технології, які вирішували проблеми бізнесу в інформатиці з використанням комп'ютерів, об'єднаних у мережу. Це зумовило потребу з підготовки ІТ-спеціалістів у Вузах з інформатики.

Розвиток наведених дисциплін за кордоном дав студентам вибір для отримання нових спеціальностей у галузі інформатики, а саме, комп'ютерні науки, комп'ютерна інженерія, інформаційні системи, інформаційні технології, програмна інженерія. Використовуючи матеріал даної роботи, дамо графічну інтерпретацію лише програмної інженерії в просторі інформатики і CS. У загальній системі координат на вертикальній осі наведені всі перелічені дисципліни інформатики, а на горизонтальній осі розміщені теорії, принципи і концепції розроблення всіх дисциплін, а також їх застосування, розгортання і конфігурування.

Дамо тлумачення графіку області програмної інженерії і її місця у просторі інформатики (рис. 3).

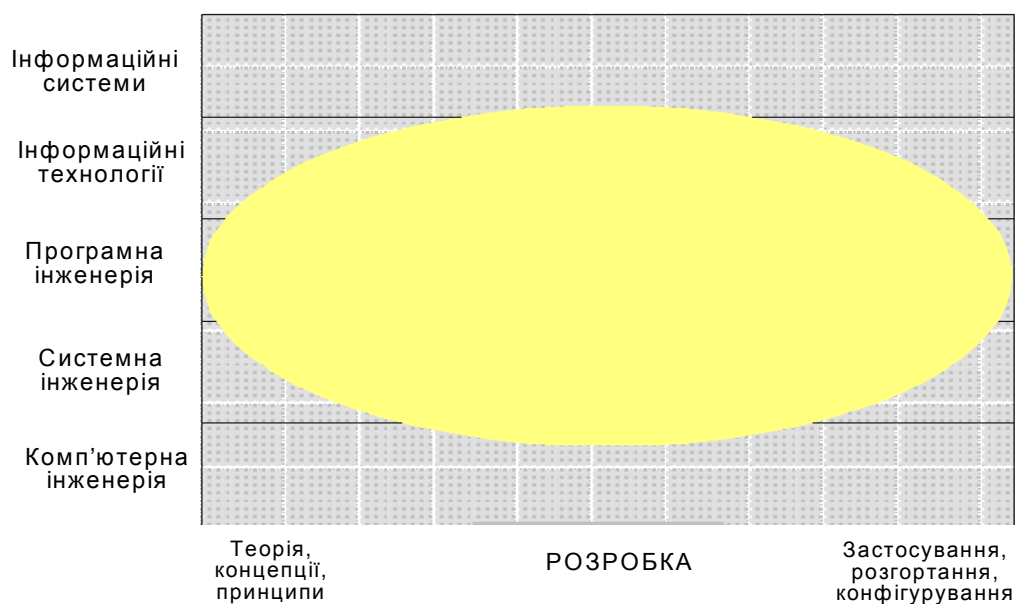


Рис. 3. Область програмної інженерії у просторі інформатики

Як дисципліна, вона займає центральну область проблемного простору інформатики, починаючи частково від області комп'ютерної інженерії, через системну інженерію, інформаційні технології до області інформаційних систем. Їй відповідає систематичне розроблення великомасштабних програмних проєктів, що автоматизують значну частину різних сфер діяльності у просторі інформатики.

Дана область містить також організаційні питання проектування різних систем.

По кожній з дисциплін інформатики запропоновані групою спеціалістів програми навчання, різновиди які наведені в [15] і відповідають різним підпрограмам навчання з урахуванням специфіки факультетів університетів різних держав.

## Програмна інженерія, її призначення і структура дисциплін виробництва програмного продукту

*Програмна інженерія* це теорія, методи та засоби виробництва прикладних програмних систем, систем сімейств для загального і ринкового використання. Основу виробництва становлять: наука програмування, інженерія, економіка, керування та індустрія. Вона входить до складу комп'ютерної науки, підтримує комп'ютерну та інформаційну інженерію, відрізняється від традиційної промислової інженерії нематеріальною природою свого продукту, який не досягається і не матеріалізується в наочний фізичний предмет, постійно змінюється при супроводі, а також при стрімких темпах розвитку комп'ютерних платформ і середовищ (рис. 4) [16–20].

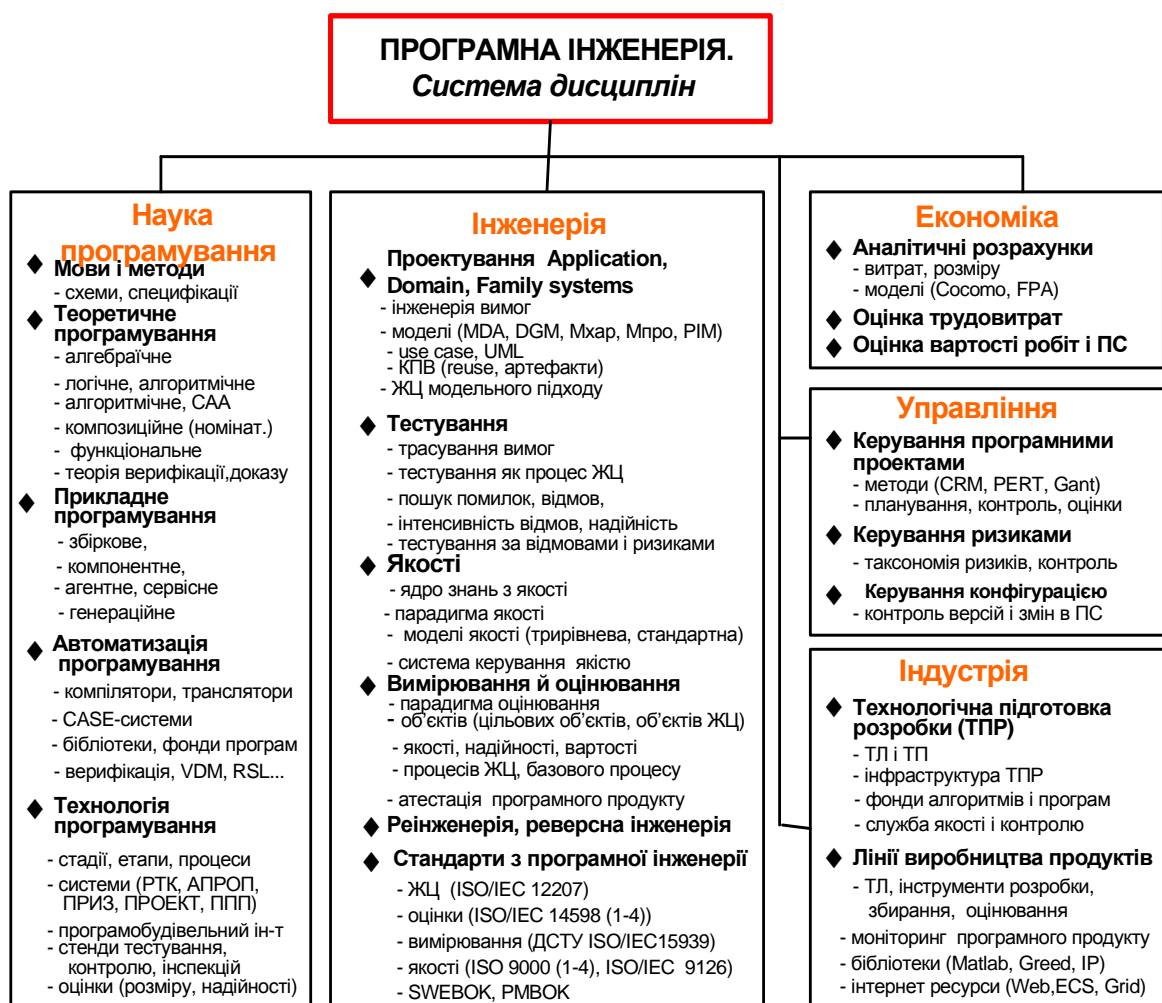


Рис. 4. Дисципліни програмної інженерії



Конструювання комп'ютерних систем виконується методами та засобами програмування за такими загальними кроками:

- інженерія вимог;
- інженерія опису специфікацій і їх верифікація;
- розроблення моделей Application, Domain, Family Systems, а також інженерії їх розробки;
- тестування, оцінка надійності та якості комп'ютерних систем.

Виробництво систем за цими кроками містить експертні методи оцінки об'єктів ЖЦ, процесу змінювання окремих програм і систем, перевірку нових гіпотез, теорію абстрагування, методи трансляції та керування ресурсами, розподілення обчислень тощо. Інженерія виробництва програмного продукту охоплює усі аспекти, починаючи від формулювання вимог до нього, виготовлення і супроводу до зняття з експлуатації. Методи оцінки продукту – це розрахунки трудовитрат, обсягу, вартості та якості виготовлення цього продукту.

Інженерна діяльність у теперішній час за своєю сутністю дуже близька до інженерної конвеєрної діяльності в промисловості, тільки тут готовими „деталлями” виступають поки ще не достатньо підготовлені для промислового вживання багаточисельні компоненти. На сучасному процесі розвитку базисом інженерії виробництва систем стали компоненти повторного використання (reuse), яких достатньо створено у різних областях, і вони подібні до готових деталей у промисловості.

Це є фундаментальним для становлення конвеєрного виробництва програмних продуктів, як продуктів промислово-технічного призначення.

Характерною ознакою виробництва програмних продуктів є поява нових фахівців, крім програмістів, а саме менеджерів, керівників команди розробників, інженерів служби ведення бібліотек, технологів, тестувальників і різного роду контролерів процесів і результатів проектування на процесах ЖЦ. І тому залучення нових категорій спеціалістів забезпечить представлення віртуальної архітектури програмної системи у кібернетичному вимірі. Як про-

дукти створення можуть бути: системи обробки даних, системи підтримки прийняття рішень, АСУ, інформаційні системи, сімейства таких систем тощо.

Значну роль у становленні програмної інженерії відіграла систематизація накопичених знань у програмуванні, виконана комітетом спеціалістів у галузі інформатики під егідою відомих комп'ютерних організацій IEEE Computer Society і ACM (Association for Computer Machinery). Цей комітет створив (1999 р. – перший варіант, 2001 р. – другий) ядра знань SWEBOOK. У ньому дано визначення програмної інженерії і тематичних областей знань (knowledge areas). Одночасно були розроблені стандарти програмної інженерії, головні серед яких ISO/IEC 12207 – життєвий цикл ПС і ISO/IEC 9126 – якість програмного продукту тощо.

Ядро знань SWEBOOK і регламентовані процеси стандарту ISO/IEC 12207 узгоджені між собою. Вони утворюють теоретичний і практичний базис інженерії виготовлення програмного продукту. Питання керованого проектування сформульовані в іншому ядрі знань – PMBOK та відповідному стандарті IEEE Std.1490 “IEEE A Guide to the Project Management Body of Knowledge”.

Усі стандарти з програмної інженерії визначають порядок діяльності в сфері технології виробництва, а знання, необхідні фахівцям для виконання всіх видів діяльності з реалізації завдань проекту, визначені в ядрі знань SWEBOOK і PMBOK.

Виходячи з базових положень стандартів, програмний продукт проектується більш цілеспрямовано і регламентовано з використанням на кожному з процесів необхідних методів та засобів ядра знань SWEBOOK. Програмна інженерія та її стандарти орієнтують колективи виконавців на менеджмент проекту та якісний вимір його показників, а також на прийняття рішень про компоненти повторного використання (КПВ), оцінювання проміжного і кінцевого результату на задоволення вимог замовника тощо.

Таким чином, між ядром знань SWEBOOK, PMBOK і основними стандартами існує зв'язок і взаємовплив один на

одного, тим більше, що в їхній розробці одночасно брали участь висококваліфіковані фахівці в області програмування й інформатики. Загальні ідеї, методи та інструменти програмування, що склалися в 90-х роках минулого століття, проникли в усі напрями і вплинули на стандартизацію процесів і їх склад. У ядрі знань SWEBOOK викладено фундаментальні концептуальні знання й інженерні підходи до керування розробкою програмного продукту, а в стандартах – загальні правила і регламентовані процеси його розроблення.

Діюча структуризація програмної інженерії за розділами SWEBOOK і пов'язаними з ними процесами стандартів ISO/IEC 12207, ISO 9000, PMBOK тощо, а також робочі програми навчання Computing Curricula (2004) забезпечують загальну підготовку спеціалістів. Але індустріальне виробництво складних програмних систем і сімейств систем потребують нових підходів і методів, орієнтованих не тільки на процеси ЖЦ і відповідні змістовні методи їх підтримки із SWEBOOK, а і на теоретичне і прикладне обґрунтування таких важливих технологічних дисциплін виробництва як інженерія, економіка, керування, індустрія тощо [11, 18–20]. Ці дисципліни в майбутньому будуть головними у процесі виготовлення програмних продуктів і навчанні в Вузах України предмета програмна інженерія. Сутність кожної з цих дисциплін програмної інженерії (ПІ) така:

– *інженерія ПІ*, як дисципліна – це сукупність технологічних засобів і методів проектування ПС за фундаментальними та стандартними моделями ЖЦ, техніка аналізу предметної області, формулювання вимог з розробленням за ними відповідних моделей системи, вихідного коду, супроводу та внесення до системи різного роду змін (реінженерія, реверсна інженерія, рефакторинг) включно зі змінами, що забезпечують перенесення програмного продукту на інші комп'ютерні платформи і середовища;

– *керування в ПІ* – це дисципліна, базована на загальній теорії управління і містить базові методи керування програмним проектом за графіками робіт, спостереження за їхнім виконанням, ризиками,

формуванням версій (конфігураційної структури) виготовленого програмного продукту та передачі його користувачам на супроводження;

– *економіка ПІ* – це дисципліна, що складається з сукупності методів експертного, якісного і кількісного оцінювання проміжних об'єктів, артефактів і кінцевого результату процесів ЖЦ, а також економічних методів розрахунку часу, обсягу, трудомісткості і вартості виготовлення програмних продуктів, що поставляються на ринок;

– *індустрія ПІ* – це сучасні промислові технологічні прийоми виробництва комп'ютерних і прикладних систем, сімейств систем із застосуванням готових програмних ресурсів, включно з компонентами повторного використання, накопичених у сучасних інформаційних сховищах, бібліотеках та репозитаріях, одиночні готові програми з розв'язку деяких задач (сервісні, аспекти, агенти тощо). Ці ресурси перевіряють за методами верифікації, тестування і оцінюють їх показники якості та надійності функціонування.

Навчання майбутніх спеціалістів у Вузах таким дисциплінам надасть їм знання, необхідні для участі в індустріальному виробництві сучасних програмних продуктів, забезпечить їх продуктивність та якість [20–22].

## Висновки

У проведеному огляді важливих наукових дисциплін – кібернетика, інформатика, комп'ютерна наука, та зокрема, програмна інженерія, наведено зміст і напрями розвитку, сформульовані основні положення і їх зв'язки між собою, а також подані закордонні підходи до навчання цим дисциплінам у системі освіти сучасних передових держав. Досвід міжнародних спеціалістів і викладачів відображено набором графіків щодо місця різних дисциплін інформатики у сучасному інформаційному просторі. Центральне місце серед дисциплін посідає програмна інженерія. Її застосовують як інструмент їх розвитку та збагачення її самої новими концепціями і методами для організації і

підтримки індустріального вироблення програмних систем, сімейств систем із готових програмних ресурсів різного призначення, накопичених у великій кількості в сучасному інформаційному просторі.

В межах програмної інженерії нами проведено систематизацію знань з метою виділення в ній дисциплін, що сприяють виконанню основних аспектів індустрії виробництва програмних продуктів із готових КППВ. Ці дисципліни характеризують інженерні, економічні, управлінські та виробничі аспекти, яким відповідають необхідні технологічні процедури і операції з індустріального виготовлення нових комп'ютерних систем за потребами ринку та різних категорій користувачів.

Основними технологічними процедурами і операціями виробництва є насамперед стандартні регламентовані і керовані процеси аналізу вимог, проектування і розробки програмних продуктів, а також організаційні процеси з верифікації і контролю цих продуктів. Головною підтримкою технологічних процесів є методи трансформації моделей предметних областей і генерації інтерфейсу для взаємодії різномовних програм за описом їх типів даних і умов систем програмування цих програм для різних сучасних платформ і середовищ.

Нові дисципліни ПІ – керування і економіка охоплюють узагальнені формальні методи і механізми керування колективом деякого продукту, уточнені на види діяльності, пов'язані з програмним продуктом. Це планування і оцінювання діяльності розробників, що приймають участь у виробленні програмного продукту на всіх процесах, а також економічні розрахунки з оцінювання вартості цього продукту, праця витрат розробників і строків виконання планових робіт з випуску версій продукту.

Виходячи з того, що Вузи університетів закордоном викладають більш двох десятиріч дисципліни з інформатики і програмної інженерії, в Україні вийшла постанова Кабміну України від 2007 р. як початок викладання студентам дисциплін інформатики для підготовки спеціалістів, які будуть у майбутньому приймати участь

у виконанні різних задач автоматизованої індустрії програм, систем і сімейств систем в конкретних інформаційних і підприємницьких системах, СОД, АСУ тощо.

1. *Винер Н.* Кибернетика и общество. Пер. – М.: Советское радио, 1968.– 257 с.
2. *Энциклопедия кибернетики.* Отв. ред. В.М. Глушков.– Киев: Гл. редакция Советской энциклопедии, 1974.–Т. 1, 607 с; Т. 2, 619 с.
3. *Ляпунов А.А., Яблонский С.В.* Теоретические проблемы кибернетики // Проблемы кибернетики.– 1963.– Вып. 9.– С. 5–22.
4. *Глушков В.М.* Введение в кибернетику. – Киев: АН УССР, 1964. – 324 с.
5. *Глушков В.М.* Кибернетика. Вопросы теории и практики.– М.: Наука, 1986.–475 с.
6. *Глушков В.М.* Кибернетика, вычислительная техника, информатика.– Избр. тр. в трех томах.– Киев: Наук. думка, 1990.– 768 с.
7. *Гнеденко Б.В., Королюк В.С., Ющенко Е.Л.* Элементы программирования.– М.: Физматгиз, 1961.– 348 с.
8. *Глушков В.М., Бондарчук В.Г., Гринченко Т.А., Дородницына А.А.* и др. АНАЛИТИК – алгоритмический язык описания вычислительных процессов с использованием аналитических преобразований // Кибернетика. – 1971. – № 3.– С. 102– 134.
9. *Encyclopedic of Computer Science.* Third Edition.–Edited by A. Ralston and D. Reilly.– International Computer Press, 1998.– 1001p.
10. *Брукишир Дж.Г.* Введение в компьютерные науки.– 6-е изд.– Изд. дом “Ви-льямс”, М.; С-Пб; Киев, 2001.– 685 с.
11. *Лаврищева К.М.* Основні напрями досліджень у програмній інженерії і шляхи їх розвитку // Проблеми програмування. – 2002.– № 3–4.– С. 44 –58.
12. *Сергієнко І.В.* Інформатика та комп'ютерні технології. – К.: Наук. думка, 2004.– 432 с.
13. *Кибернетика.* Становление информатики.– М.: Наука, 1986.
14. <http://www.acm.org/education/curricula.html> та [http:// computer.org/curriculum](http://computer.org/curriculum).
15. *Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах (SE2004).*– Интернет–Университет информационных технологий. – [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).– 462 с.
16. *Лаврищева Е.М.* Проблематика программной инженерии.– Киев, Знання, 1991.– 21с.
17. <http://www/swebok.org>.

18. *Лавріщева К.М.* Перспективні дисципліни програмної інженерії // Вісник НАН України. – 2008.– № 9.– С. 12– 18.
19. *Лавріщева К.М.* Програмна інженерія. Підручник. – К.: Академперіодика, 2008. – 319 с.
20. *Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н.* Сборочное программирование. Основы индустрии программных продуктов. – Киев, Наук. думка, 371 с.
21. *Андон Ф.И., Коваль Г.И., Коротун Т.М., Лаврищева Е.М., Суслов В.Ю.* Основы инженерии качества программных систем // 2-е изд. – К.: Академперіодика, 2007. – 670 с.
22. *Jotterbarn D., Miller K., Rogerson S.* Software Engineering CODE of Ethic is Approved // Com. of the ACM. – 1999.– V. 42.– N 10.– P. 102– 107.

Отримано 17.12.2009

***Про автора:***

*Лавріщева Катерина Михайлівна,*  
доктор фізико-математичних наук,  
професор, завідувача відділом.

***Місце роботи автора:***

Інститут програмних систем  
НАН України,  
03187, Київ-187,  
Проспект Академіка Глушкова, 40.  
Тел.: (044) 526 3470 .